



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 7048/80

73 Inhaber:  
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

② Anmeldungsdatum: 19.09.1980

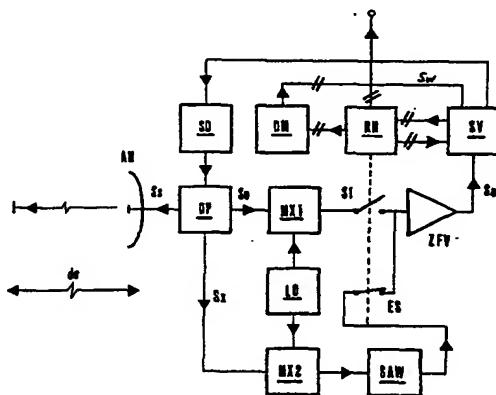
②4 Patent erteilt: 29.11.1985

④ Patentschrift  
veröffentlicht: 29.11.1985

72 Erfinder:  
Bächtiger, Rolf, Oberwil b. Bremgarten

54 Impulsradargerät.

57) Es wird ein Impulsradargerät angegeben, das eine automatische, von einer Radarprüfseinrichtung unabhängige Distanzezeichnung aufweist. Zu diesem Zweck wird zwischen dem Ausgang eines Mischers (MX2) und dem Eingang eines Zwischenfrequenzverstärkers (ZFV) des Radargerätes die Reihenschaltung einer Verzögerungsschaltung (SAW), die eine Zeitverzögerung  $d_0$  bewirkt, und eines Eichschalters (ES) eingefügt, dessen Schliesszeiten von einem Rechner (RN) gesteuert sind. Aus der Zeitdauer zwischen dem Start eines Eichsignals (Sx) und der Auswertung desselben ermittelt der Rechner (RN) einen Zeitdauerwert  $d_E$ , wobei die Differenz  $d_E - d_0 = F$  als Fehlerrifferenz zur Korrektur eines jeweils ermittelten Distanzwertes  $d_C$  nach der Formel  $d = d_C - F$  herangezogen wird, worin  $d$  der entsprechend korrigierte Distanzwert ist.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Impulsradargerät mit einer an eine Antenne angegeschlossenen Koppelschaltung, die eingangsseitig mit einem Sender und ausgangsseitig über die Reihenschaltung eines ersten Mixers und eines Zwischenfrequenzverstärkers mit einer Signalverarbeitungsstufe verbunden ist, die sowohl an einen Rechner als auch an einen Doppelmodulator angeschlossen ist, wobei ein stabilisierter Lokaloszillator ein Oszillatorsignal sowohl für den ersten Mixer als auch für einen zweiten Mixer liefert, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang des zweiten Mixers (MX2) und einem Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers (ZFV) die Reihenschaltung einer Verzögerungsschaltung (SAW) und eines Eichschalters (ES) eingefügt ist, dessen Schliesszeiten vom Rechner (RN) gesteuert sind, und dass der Rechner (RN) aus der Zeitdauer zwischen dem Start eines aus dem Sendesignal abgeleiteten Eichsignals (Sx, Sy) das nach einer Frequenzumsetzung im zweiten Mixer (MX2) und einer Zeitverzögerung  $d_v$  in der Verzögerungsschaltung (SAW) bei geschlossenem Eichschalter (ES) über den Zwischenfrequenzverstärker (ZFV) gelangt, und der Auswertung dieses Eichsignals (Sx, Sy) in der Signalverarbeitungsstufe (SV) einen Zeitdauerwert  $d_e$  ermittelt, wobei die Differenz  $d_e - d_v = F$  als Fehlerdifferenz zur Korrektur eines jeweils ermittelten Distanzwertes  $d_e$  nach der Formel  $d = d_e - F$  herangezogen wird, worin  $d$  der entsprechend korrigierte Distanzwert ist.

2. Impulsradargerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Eichschalter (ES) ein weiterer Mixer (MX3) zur Frequenzrückumsetzung vorgeschaltet ist, und dass das Eichsignal (Sy) über einen Koppler (K2) dem Eingang des ersten Mixers (MX1) zugeführt ist.

3. Impulsradargerät nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl dem Hauptausgang der Koppelschaltung (KS) als auch dem dritten Mixer (MX3) ein Vorverstärker (V1 bzw. V2) nachgeschaltet ist.

4. Impulsradargerät nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Mixer (MX1) und dem Zwischenfrequenzverstärker (ZFV) ein Signalschalter (S1) eingefügt ist.

5. Impulsradargerät nach Patentanspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass dem Koppler (K2) ein Signalschalter (S2) vorgeschaltet ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Impulsradargerät gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Es sind Radarprüfseinrichtungen bekannt, die als rückstrahlende Relaisstationen wirken und aus einem Empfänger, einem Sender und einem zwischengeschalteten die scheinbare Messentfernung wiedergebenden festen oder einstellbaren Impulsverzögerungsglied bestehen. Mit einer solchen Einrichtung, wie sie beispielsweise aus der DE-AS 10 75 685 bekannt ist, kann die Entfernungsmessung überprüft werden.

Derartige Radarprüfseinrichtungen haben jedoch den Nachteil, dass sie zur Durchführung der Prüfung vor dem zu prüfenden Radargerät ausserhalb seiner Nahzone montiert werden müssen.

Die Erfindung zeigt einen Weg, um zu einem Impulsradargerät zu gelangen, das eine automatische, von einer Radarprüfseinrichtung unabhängige Distanzzeichnung aufweist.

Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Massnahmen erreicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend durch Beschreibung von

Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines Impulsradargerätes gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 2 das Blockschaltbild eines Impulsradargerätes gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform.

Das in Fig. 1 dargestellte Impulsradargerät weist eine Koppelschaltung in der Form eines an einer Antenne AN angeschlossenen Duplexers DP auf, der eingangsseitig mit dem Leistungssignal eines Senders SD beaufschlagt ist und ausgangsseitig ein von der Antenne empfangenes Signal Se an einen Mixer MX1 weiterleitet.

Das Ausgangssignal des Mixers MX1 wird über die Reihenschaltung eines Signalschalters und eines Zwischenfrequenzverstärkers ZFV dem Eingang einer Signalverarbeitungsstufe SV zugeführt, die über einen Rechner RN an einen Dopplermodulator angeschlossen ist, dessen Ausgänge mit weiteren Eingängen der Signalverarbeitungsstufe SV verbunden sind. Der Duplexer DP weist einen weiteren Ausgang für ein aus dem Sendesignal abgeleitetes Eichsignal Sx auf, das über die Reihenschaltung eines zweiten Mixers MX2, einer Verzögerungsschaltung SAW und eines Eichschalters ES dem Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV zugeführt wird. Dabei sind weitere Eingänge der beiden Mixer MX1 und MX2 mit dem Ausgangssignal eines Lokaloszillators LO und ein Steuereingang des Senders SD mit einem weiteren Ausgangssignal der Signalverarbeitungsstufe SV beaufschlagt. Die Verzögerungsschaltung SAW kann beispielsweise auf einem Quarzsubstrat gefertigt und in einem Thermostat betrieben werden. Durch sie erhält das Sendesignal in der Zwischenfrequenzlage eine genau definierte temperatur- und alterungsunabhängige Laufzeit, die einer bestimmten Entfernung  $d_v$  entspricht.

Das Impulsradargerät nach Fig. 1 funktioniert folgendermassen: Vom Sender SD gelangt ein Leistungssignal über den Duplexer DP an die Antenne AN, von der es ausgestrahlt wird. Ein kleiner Anteil von diesem Leistungssignal wird vom Duplexer DP oder sonst von der Leitung in der Nähe der Antenne als Eichsignal Sx ausgekoppelt. Im normalen Betrieb ist der Signalschalter S1 geschlossen und der Eichschalter ES offen, so dass das Eichsignal Sx unwirksam bleibt. Das von der Antenne empfangene, an einem Ziel reflektierte Signal Se gelangt jedoch über den Duplexer DP, den Mixer MX1 und den geschlossenen Signalschalter S1 zum Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV, dessen Ausgangssignal Sa in der Signalverarbeitungsstufe SV ausgewertet wird, die einen ständigen Datenaustausch mit dem Rechner RN unterhält. Der vom Rechner RN gesteuerte Dopplermodulator DM liefert ein Steuersignal Sw für die Signalverarbeitungsstufe SV, so um beispielsweise den Effekt von Wetterechos oder von der Eigengeschwindigkeit des Radargerätes zu kompensieren.

Das empfangene Signal Se erfährt beim Durchlaufen des Mixers MX1, des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV und der Signalverarbeitungsstufe SV Laufzeitverzögerungen  $T_{pm}$ ,  $T_{pz}$  bzw.  $T_{ps}$ , die fertigungs-, alterungs und temperaturabhängig sein können. Dabei gilt:

$$T_p = T_{pm} + T_{pz} + T_{ps}$$

oder in Distanzen ausgedrückt:

$$d_p = d_{pm} + d_{pz} + d_{ps}$$

Das ausgestrahlte Signal Ss erreicht ein bestimmtes Ziel nach einer Zeit  $T$ ; das empfangene, reflektierte Signal Se erreicht wieder den Duplexer DP nach einer Zeit  $2T$  ab Sendebeginn, wobei die Zeit  $2T$  der Zielentfernung  $d_v$  entspricht.

Diese Zeit  $2T$  kann mit Hilfe der Verzögerungsschaltung SAW simuliert werden, so dass das Signal beim Durchgang derselben eine Verzögerung  $T_w = 2T$  erfährt. Zu diesem Zweck wird vom Rechner RN periodisch in Intervallen der Dauer  $t \gg 2T$  der Signalschalter S1 geöffnet und der Eichschalter ES geschlossen, so dass für den Rechner RN das Eichsignal  $S_x$  als ein Empfangssignal eines Ziels in einer Entfernung  $d_o$  gilt. Die Verarbeitung dieses nicht dopplermodulierten Distanz-Eichimpulses geschieht dank dem Dopplermodulator DM im Dopplerextraktionskanal des Radargerätes.

Aus dem Eichsignal  $S_x$  leitet der Rechner eine Distanz  $d_e$  ab, die zufolge der Laufzeitverzögerungen  $T_{qm}$ ,  $T_{qz}$  und  $T_{qs}$  in den Elementen MX2, ZFV bzw. SV fehlerbehaftet ist. Dabei gilt:

$$T_e = T_{qm} + T_{qz} + T_{qs} + T_w = T_q + T_w$$

oder in Distanzen ausgedrückt:

$$d_e = d_{qm} + d_{qz} + d_{qs} + d_o = d_q + d_o$$

Aus dem ermittelten Wert  $d_e$  und dem bekannten Wert  $d_o$  kann der Rechner die Differenz

$$F = d_q = d_e - d_o$$

bestimmen, so dass sich der richtige Wert aus dem Ausdruck  $d_o = d_e - F$  ergibt.

Da aber immer  $T_{qz} = T_{pz}$  und  $T_{qs} = T_{ps}$  und, wenn die Laufzeit in den Mischern MX1 und MX2 praktisch gleich ist, auch  $T_{qm} = T_{pm}$  gilt, wird auch  $d_p = d_q = F$ . So ergibt sich für den Betriebsfall mit geschlossenem Signalschalter S1

$$d = d_e - d_p = d_e - F$$

worin  $d_e$  der jeweils ermittelte und  $d$  der entsprechend richtige Distanzwert ist. Dabei ist zu beachten, dass die Laufzeit der Leitung zwischen dem Duplexer DP und dem Mischer MX2 normalerweise vernachlässigbar klein ist; andernfalls kann deren Betrag vom Rechner in die Rechnung miteinbezogen werden.

Das Impulsradargerät nach Fig. 2 weist die gleichen Elemente AN, SD, LO, MX1, MX2, SAW, ZFV, SV, RN, DM und ES wie das Impulsradargerät nach Fig. 1 sowie eine beispielsweise aus einem Zirkulator ZR und einem ersten Koppler K1 bestehende Koppelschaltung KS auf, deren Ausgangssignal Sr über die Reihenschaltung eines ersten Vorverstär-

kers V1, eines Signalschalters S2 und eines zweiten Kopplers K2 dem Eingang des Mischers MX1 zugeführt wird. Zudem ist zwischen dem Ausgang der Verzögerungsleitung SAW und einem weiteren Eingang des Kopplers K2 die Reihenschaltung eines weiteren Mischers MX3, eines zweiten Vorverstärkers V2 und des Eichschalters ES eingefügt. Dabei ist der Mischer MX3 ein Einseitenbandaufwärtsmischer, dessen Oszillatorenseingang mit dem Ausgangssignal des Lokaloszillators LO beaufschlagt ist.

Das Impulsradargerät nach Fig. 2 funktioniert folgendermassen: Vom Sender SD gelangt ein Leistungssignal über den Zirkulator ZR und den Koppler K1 an die Antenne AN, von der es abgestrahlt wird. Ein kleiner Anteil dieses Leistungssignals wird vom Koppler K1 in der Nähe der Antenne als Eichsignal  $S_y$  ausgekoppelt. Im normalen Betrieb ist der Signalschalter S2 geschlossen und der Eichschalter ES offen, so dass das Eichsignal  $S_y$  unwirksam bleibt. Das von der Antenne empfangene, an einem Ziel reflektierte Signal  $S_r$  gelangt jedoch über den Koppler K1, den Zirkulator ZR, den Vorverstärker V1, den geschlossenen Signalschalter S2, den Koppler K2 und den Mischer MX1 zum Eingang des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV, dessen Ausgangssignal  $S_b$  in der Signalverarbeitungsstufe SV ausgewertet wird.

Das Signal  $S_r$  erfährt beim Durchlaufen des Vorverstärkers V1, des Kopplers K2, des Mischers MX1, des Zwischenfrequenzverstärkers ZFV und der Signalverarbeitungsstufe SV eine Laufzeitverzögerung  $T_p'$ , die fertigungs-, alterungs- und temperaturabhängig sein kann.

Die Zeit  $2T$ , die einer Zielerfassung  $d_o$  entspricht, kann mit Hilfe der Verzögerungsschaltung SAW simuliert werden, so dass für den Rechner RN das Eichsignal  $S_y$  als Empfangssignal eines Ziels in einer Entfernung  $d_o$  gilt, wobei die Verarbeitung dieses nicht dopplermodulierten Distanz-Eichimpulses dank dem Dopplermodulator DM im Dopplerextraktionskanal des Radargerätes geschieht. Aus diesem Eichsignal  $S_y$  leitet der Rechner eine Distanz  $d_o$  ab, die zufolge der Laufzeitverzögerung  $T_p'$  in den Elementen V2, K2, MX1, ZFV und SV fehlerbehaftet ist. Aus dem ermittelten Wert  $d_e$  und dem bekannten Wert  $d_o$  kann der Rechner die Differenz  $F = d_e - d_o$  bestimmen, so dass sich der richtige Wert aus dem Ausdruck  $d_o = d_e - F$  und allgemein  $d = d_e - F$  ergibt, worin  $d_e$  der jeweils ermittelte und  $d$  der entsprechend richtige Distanzwert ist. Dabei ist zu beachten, dass die Laufzeiten im Zirkulator ZR, in den Mischern MX2 und MX3 und in der Leitung zwischen dem Koppler K1 und dem Mischer MX2 entweder sehr klein oder in die Rechnung miteinbezogen werden können. Schliesslich sei noch bemerkt, dass in vielen Fällen die Vorverstärker V1 und V2 entfallen können und dass manchmal auch der Signalschalter durch eine direkte Verbindung überbrückt werden kann.

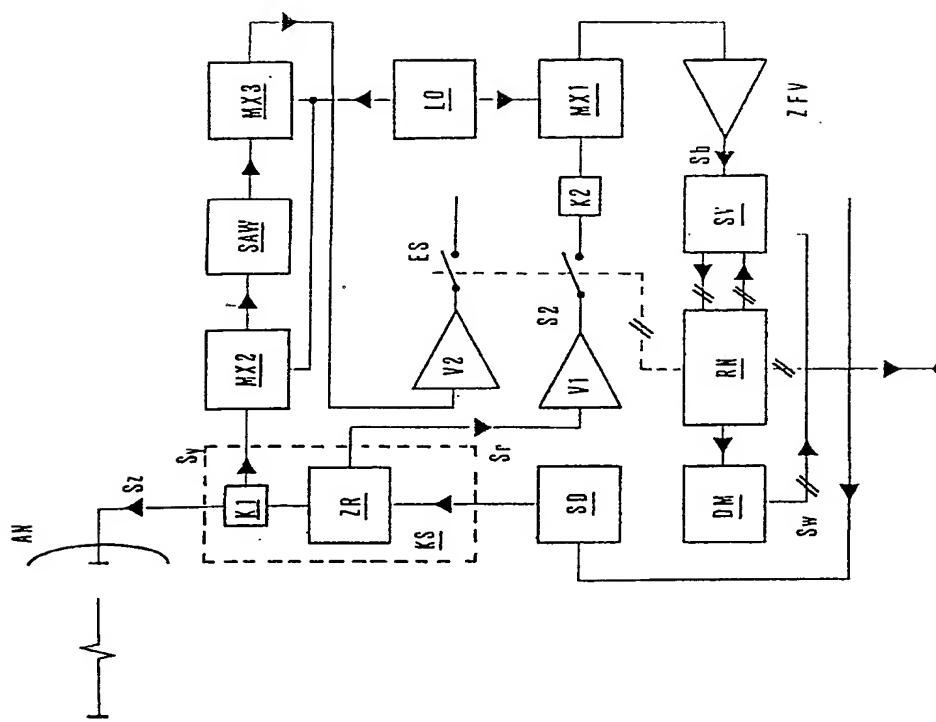


FIG. 2

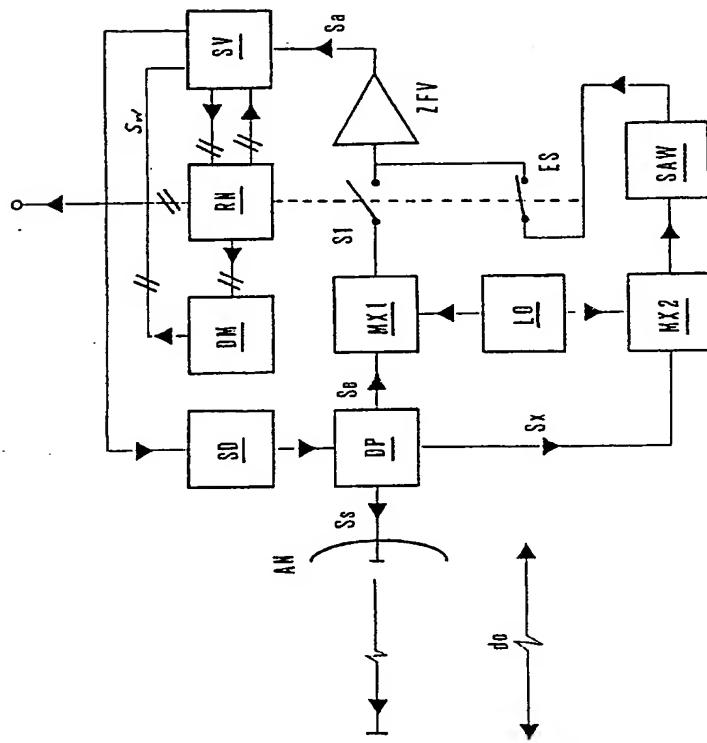


FIG. 1